

Rahajeng Lisdayanti, Chrysant Arasati Putri, Harimbi Setyawati: SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK SISA PAKAI DENGAN VARIASI WAKTU REAKSI DAN UKURAN $\text{Ba}(\text{OH})_2$ SEBAGAI KATALIS

SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK SISA PAKAI DENGAN VARIASI WAKTU REAKSI DAN UKURAN $\text{Ba}(\text{OH})_2$ SEBAGAI KATALIS

Rahajeng Lisdayanti, Chrysant Arasati Putri, Harimbi Setyawati

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang
Email : arimbisetya@yahoo.co.id

Abstrak

Ketersediaan bahan bakar fosil yang makin menipis jumlahnya menjadi pemicu bagi para peneliti untuk mengeksplorasi bahan bakar alternatif terbaru. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang banyak dikembangkan, mulai dari teknologi, proses maupun bahan bakunya. Bahan baku yang sering digunakan berasal dari sawit, kelapa, zaitun, kanola maupun alpokat yang jika digunakan terus menerus akan menimbulkan masalah baru di bidang pangan. Minyak sisa pakai yang masih mengandung asam lemak menjadi salah satu bahan yang potensial sebagai bahan baku biodiesel. Penggunaan katalis heterogen ($\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) pada variasi ukuran (25 dan 60 mesh) dan waktu reaksi (80–120 menit) sangat mempengaruhi biodiesel yang dihasilkan. Biodiesel dengan karakteristik terbaik didapatkan pada waktu reaksi selama 100 menit dengan ukuran katalis 60 mesh. Yield metil ester yang dihasilkan sebesar 86,8%.

Kata kunci: minyak sisa pakai, katalis basa heterogen, biodiesel

SYNTHESIS OF BIODIESEL FROM WASTE OIL WITH VARIATIONS REACTION TIME AND SIZE $\text{Ba}(\text{OH})_2$ AS CATALYST

Abstract

The availability of fossil fuel that decreased in amount becomes the trigger for the researchers to explore the alternative of renewable fuel. Biodiesel is one of alternative fuel which is widely develop such as the technology, the process and the raw material. The raw material that usually used comes from palm, coconut, olive, canola and avocado. If these materials are used continuously, it can make a new problem in food field. Waste oil still contains fatty acid, so that it becomes potential to be used for raw material of biodiesel. The use of heterogeneous catalyst ($\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) in variation of size (25 and 60 mesh) and reaction time (80–120 minutes) affect the product. The best characteristic of biodiesel was achieved by reaction time for 100 minutes and catalyst size 60 mesh. The yield of Methyl Ester was 86.8%.

Key words: waste oil, heterogenous base catalyst, biodiesel

PENDAHULUAN

Permintaan terhadap bahan bakar terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kemajuan industrialisasi, sementara ketersediaan bahan bakar fosil berbanding terbalik. Hal ini merupakan salah satu faktor yang menjadi katalis dalam penggalan sumber energi alternative. Beberapa tahun terakhir, sudah banyak dilakukan penelitian untuk mendapatkan bahan bakar alternative terbarukan, salah satunya adalah biodiesel. Biodiesel adalah metil ester yang merupakan hasil reaksi transesterifikasi trigliserida atau reaksi esterifikasi minyak nabati. Biodiesel dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan karena emisi gas buang yang dihasilkan relatif lebih bersih dibandingkan bahan bakar fosil. Selain itu biodiesel tidak beracun dan kandungan belerangnya juga sangat kecil dan yang tak kalah penting adalah bahan bakunya berasal dari minyak nabati yang tersedia dalam jumlah berlimpah dan dapat diperbarui.

Saat ini, biodiesel dibuat dari tanaman penghasil minyak nabati (minyak kedelai, *canola oil*, *rapeseed oil*, *crude palm oil*) maupun lemak hewani (*beef tallow*, *lard*, lemak ayam, lemak babi) (Davies, Wayne, 2005). Bahan-bahan ini harganya cukup mahal dan ketersediaannya bersaing dengan kebutuhan pangan, sehingga diperlukan eksplorasi bahan baku pengganti. Salah satunya adalah minyak sisa pakai. Penggunaan minyak sisa pakai sebagai bahan baku biodiesel tidak bisa digunakan secara langsung. Hal ini karena minyak sisa pakai sudah mengalami penurunan mutu, diantaranya perubahan warna menjadi lebih pekat akibat pemanasan yang berulang dan timbulnya aroma tengik sebagai indikasi bertambahnya kadar asam lemak bebas dan penurunan jumlah asam lemak tak jenuh. Kadar asam lemak bebas yang tinggi (5-30 % b/b) (Gerpen, J.V. 2005), akan menimbulkan reaksi saponifikasi jika bereaksi dengan KOH atau NaOH (Salimon dkk, 2012 dan Yan dkk, 2009), sehingga diperlukan pre-treatment yaitu dengan proses esterifikasi sebelum dilakukan proses transesterifikasi. Untuk itu perlu penelitian lebih lanjut penggunaan minyak sisa pakai sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

Proses pembuatan biodiesel dapat dilakukan tanpa dan dengan katalis. Katalis yang sering digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa. Penggunaan katalis basa lebih banyak dipilih karena menghasilkan rendemen metil ester yang lebih tinggi dengan waktu reaksi lebih singkat. Pada penelitian ini dianalisis penggunaan minyak sisa pakai sebagai bahan alternative dan pengaruh penggunaan $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ sebagai katalis basa pada variasi ukuran dan waktu reaksi metanolisis pada sintesis biodiesel.

METODE PENELITIAN

Bahan

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak sisa pakai yang didapatkan dari limbah minyak goreng rumah tangga. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (Merck) digunakan sebagai katalis basa dan bentonit sebagai *bleaching agent*. Metanol (99%) untuk proses metanolisis.

Prosedur Penelitian

Pemurnian minyak sisa pakai :

Proses pemurnian minyak sisa pakai diawali dengan memisahkan minyak dari kotoran-kotoran padat dengan cara filtrasi. Selanjutnya dilakukan proses penghilangan bumbu (*despicing*) dengan cara mencampur minyak dengan air (1:1) dan memanaskan campuran tersebut pada suhu didihnya hingga volume campuran menjadi setengahnya. Kemudian minyak diendapkan dalam corong pisah selama 1 jam dan dipisahkan dari fraksi airnya. Fraksi minyak yang didapatkan dilewatkan kertas saring untuk memisahkan endapannya.

Pemurnian dilanjutkan dengan proses bleaching. Proses ini dilakukan dengan cara sebagai berikut: bentonit sebanyak 1,5% berat minyak dimasukkan ke dalam minyak hasil *despicing*, kemudian diaduk dan dipanaskan pada suhu 70 °C selama 60 menit, selanjutnya suhu ditingkatkan sampai 100 °C, setelah itu minyak didinginkan, disaring dan dianalisis kadar FFA.

Proses Transesterifikasi

Proses transesterifikasi pada pembuatan biodiesel dari minyak sisa pakai dilakukan sebagai berikut: memanaskan campuran minyak dan methanol (1:6) sampai suhu 65 °C. Sebanyak 3,5 gram $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ yang sudah diaktifkan (variasi ukuran 25 dan 60 mesh) dimasukkan ke dalam campuran minyak dan methanol, direaksikan pada variasi waktu reaksi 90–120 menit. Sebagai pembandingan, dilakukan juga proses transesterifikasi menggunakan minyak goreng murni (belum digunakan untuk menggoreng).

Pencucian Biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan dimasukkan ke dalam corong pemisah, diendapkan hingga terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas berwarna cerah merupakan biodiesel sedangkan lapisan bawah berwarna gelap merupakan gliserol. Biodiesel dipisahkan dari gliserol. Untuk pencucian biodiesel, ke dalam corong pemisah yang terdapat biodiesel, dimasukkan sejumlah air dan dikocok kemudian diendapkan selama 6 jam, biodiesel dan air membentuk lapisan terpisah. Air dikeluarkan dari corong pemisah, proses dilakukan berulang-ulang hingga didapatkan air

yang keluar dari corong pemisah tidak berwarna lagi.

Karakterisasi terhadap biodiesel yang dihasilkan meliputi analisa densitas menggunakan density meter pada suhu $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, viscositas menggunakan viscometer pada suhu $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, flash point menggunakan flash point tester dan indeks cetane dihitung menggunakan persamaan yang mengikuti ASTM D-976 :

$$\text{CCI} = 454,74 - 1641,416 D + 774,74 D^2 - 0,554 T_{50} + 97,803 (\log T_{50})^2$$

Dimana :

CCI = Calculate Cetane Index

M = mid-boiling temperature, $^{\circ}\text{F}$

D = densitas pada $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, g/mL

T_{50} = mid-boiling temperature, $^{\circ}\text{C}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan biodiesel dengan bahan baku utama yaitu minyak sisa pakai yang diperoleh dari limbah rumah tangga dengan katalis yang digunakan adalah katalis basa padat $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Sebagai pembanding digunakan minyak kelapa sawit murni. Proses metanolisis dilakukan pada variasi waktu serta ukuran katalis, dengan sistem *batch* namun untuk pengambilan sampel dilakukan secara kontinyu.

Pemurnian terhadap sisa minyak pakai sudah sesuai sehingga yield yang dihasilkan tergolong cukup besar. Yield pada penelitian ini sebesar 86,6%. Hasil proses pemurnian terhadap minyak sisa pakai yang digunakan sangat mempengaruhi biodiesel yang dihasilkan. Kadar FFA minyak yang sudah dimurnikan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

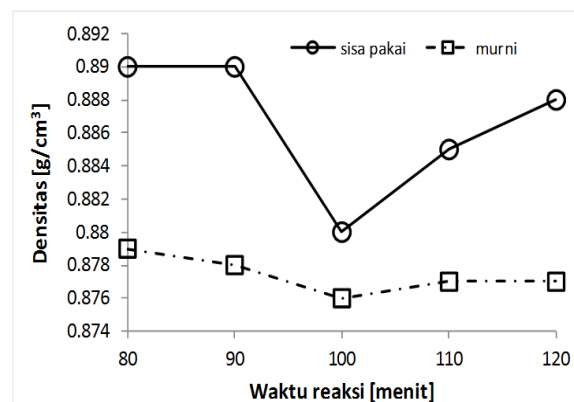
$$\% \text{FFA} = \frac{\text{mL KOH} \times N \times \text{BM asam lemak minyak}}{\text{Berat Sampel} \times 1000} \times 100\%$$

Hasil perhitungan FFA terhadap adalah minyak murni dan sisa pakai masing-masing adalah 1,02% dan 1,38%. Berdasarkan hasil analisa ini didapatkan % FFA dibawah 2%, ini berarti bahwa maka minyak tersebut dapat langsung di transesterifikasi.

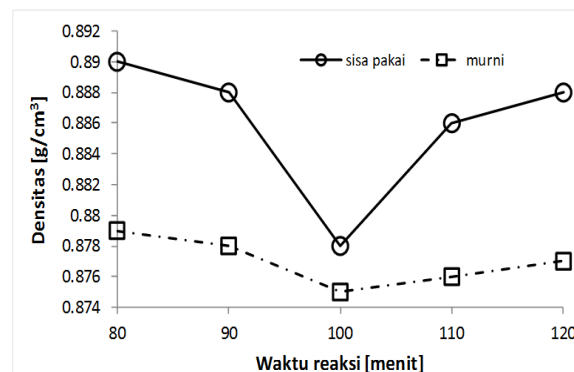
DENSITAS METIL ESTER

Berdasarkan hasil analisa, diperoleh nilai densitas terkecil yaitu $0,875\text{ g/cm}^3$ pada minyak murni dengan menggunakan katalis ukuran 60 mesh, sedangkan yang terbesar yaitu $0,89\text{ g/cm}^3$ pada minyak hasil penggorengan tepung. Data tersebut menunjukkan bahwa secara keseluruhan kualitas biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia, yaitu dengan rentang $0,85\text{--}0,89\text{ g/cm}^3$. Pada grafik diatas, pada semua jenis minyak densitas menurun secara perlahan lalu naik kembali.

Semakin tinggi konversi biodiesel maka densitas makin rendah karena rantai karbon yang semakin pendek serta ikatan rangkap semakin sedikit. Nilai densitas biodiesel sangat ditentukan oleh kemurnian komponen metil ester dalam biodiesel (Anonim, 2006).



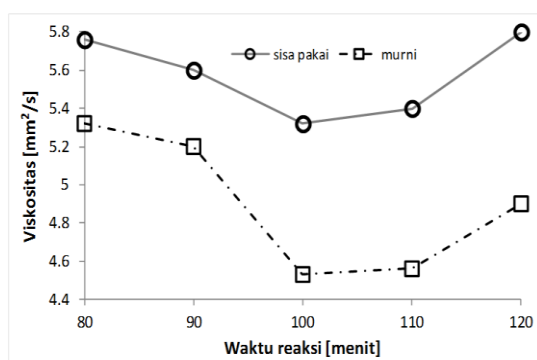
Gambar 1. Pengaruh waktu reaksi dan ukuran katalis 25 mesh terhadap densitas metil ester



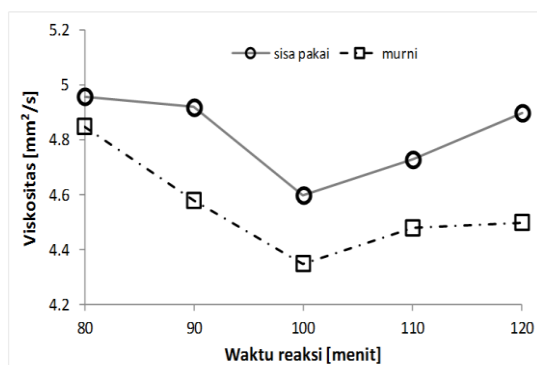
Gambar 2. Pengaruh waktu reaksi dan ukuran katalis 60 mesh terhadap densitas metil ester

VISCOSITAS METIL ESTER

Viskositas metil ester menurut standar nasional Indonesia memiliki rentang $2,3\text{--}6,0\text{ (mm}^2/\text{s)}$. Dari data yang diperoleh, viskositas dari metil ester yang dihasilkan secara keseluruhan telah memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan. Metil ester yang dihasilkan dari minyak goreng bekas rata-rata memiliki viskositas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metil ester yang dihasilkan dari minyak murni. Hal ini dapat terjadi karena berdasarkan penggunaannya, minyak jelantah yang telah digunakan berulang kali menyebabkan sisa lemak dari penggunaan menggoreng masih tersisa yang akhirnya mempengaruhi dari kualitas minyak jelantah tersebut dan akibatnya adalah pencapaian suatu nilai dari karakteristik biodiesel khususnya nilai viskositas menjadi lebih meningkat.



Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi dan ukuran katalis 25 mesh terhadap viskositas metil ester

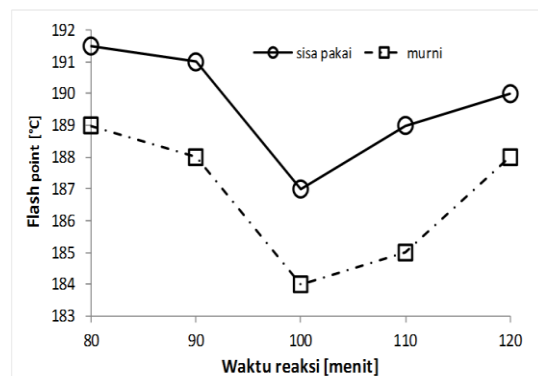


Gambar 4. Pengaruh waktu reaksi dan ukuran katalis 60 mesh terhadap viskositas metil ester

FLASH POINT METIL ESTER

Pada Gambar 5 dan 6 dapat dilihat bahwa nilai *flash point* metil ester yang dihasilkan di atas batas minimum Standar Nasional Indonesia, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai *flash point* yang diperoleh memenuhi standar. Namun, nilai *flash point* yang diperoleh cukup tinggi, sekitar 183 hingga 194 °C, jika nilai *flash point* terlalu tinggi maka penyalannya akan sangat sulit sehingga membutuhkan lebih banyak energi untuk dapat menyalakannya.

Tingginya nilai *flash point* serta perbedaan *flash point* dapat disebabkan masih terdapat faktor pengotor yang berupa gliserol dan sisa katalis yang belum sepenuhnya hilang dan hal ini dapat disebabkan karena masih adanya kandungan komponen dalam biodiesel yang mempunyai *flash point* yang tinggi sehingga menaikkan nilai *flash point* biodiesel (Calvano, 2010).



Gambar 5. Pengaruh waktu reaksi dan ukuran katalis 25 mesh terhadap flash point metil ester

INDEKS CETANE METIL ESTER

Kualitas penyalan bahan bakar diukur dengan *cetane number*, semakin tinggi *cetane number* menunjukkan bahan bakar tersebut akan semakin mudah terbakar, sedangkan semakin rendah *cetane number* menunjukkan bahan bakar tersebut semakin lambat terbakar (Amalia, 2010). Dalam penelitian ini, indeks *cetane* yang diperoleh dibawah standar nasional Indonesia yaitu dengan nilai minimal 51. Sedangkan indeks *cetane* yang diperoleh nilainya berkisar dari 47 hingga 50. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kadar air dalam biodiesel yang cukup tinggi, karena dalam proses untuk memperoleh biodiesel yang bersih dilakukan pencucian menggunakan air.

Tabel 1. Hasil analisa indeks cetane metil ester pada variasi ukuran katalis dan waktu reaksi

Ukuran katalis [mesh]	Kondisi minyak	Waktu reaksi [menit]				
		80	90	100	110	120
25	Murni	49	49	49	49	49
	Sisa pakai	47	47	47	47	47
60	Murni	50	50	50	50	50
	Sisa pakai	49	49	49	49	49

KESIMPULAN

Sintesis biodiesel dari minyak sisa pakai yang didapatkan dari limbah rumah tangga dengan katalis heterogen Ba(OH)₂ telah berhasil dilakukan.

Karakterisasi biodiesel terbaik didapatkan pada ukuran katalis 60 mesh dengan waktu reaksi 100 menit. Biodisel yang dihasilkan mempunyai densitas, viskositas, flash point dan indeks cetane masing-masing adalah $0,878 \text{ g/cm}^3$; $4,6 \text{ mm}^2/\text{s}$; $186 \text{ }^\circ\text{C}$ dan 49, dengan yield sebesar 86,6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. "Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia: Bahan Bakar dan Pembakaran". www.encyasia.org. Diakses tanggal 13 Agustus 2012.
- Amalia F, Retnaningsih, Rahmanani J. 2010. "Perilaku Penggunaan Minyak Goreng Serta - Pengaruhnya Terhadap Keikutsertaan Program Pengumpulan Minyak Jelantah Di Kota Bogor". Jurnal Ilmu keluarga dan Konsumen. Institut Pertanian Bogor.
- Cavallaro S, et al. 2010. "*Biodiesel Science And Technology From Soil To Oil*". Woodhead Publishing Series in Energy: No. 7.
- Davies, Wayne, 2005. "*Biodiesel Technologies and Plant Design*". Lecture Note, University of Sdney.
- Gerpen, J.V. 2005. "*Biodiesel processing and production*". Fuel Process Technol 86: 1097–1107.
- Salimon, J., Abdullah, B.M & Salih, N, 2012. Saponification of jatropha curcas seed oil: optimization by D-optimal design. Int J chem eng 2012: 574780.
- Yan, S., Salley, S.O & Simon Ng. K.Y. 2009. "*Simultaneous transesterification and esterification of unrefined or waste oils over ZnO-La₂O₃ catalysts*". Appl Catal A-Gen 353: 203–212.